

⑫ 公開特許公報(A) 平2-19761

⑤Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑬公開 平成2年(1990)1月23日
 G 01 N 27/90 6860-2G
 29/26 5 0 1 6928-2G
 G 21 C 17/003 7808-2G G 21 C 17/00 GDP G
 審査請求 未請求 請求項の数 2 (全19頁)

⑭発明の名称 プローブ支持体を移動させる駆動装置

⑮特 願 平1-121655

⑯出 願 平1(1989)5月17日

優先権主張 ⑰1988年5月20日⑱米国(US)⑲196,719

⑳発 明 者 バーナード・アロイシ アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、ベルビュー、サミツ
 ウス・ブリル、ザ・サ ト・アベニュー 245
 ード

㉑出 願 人 ウェスチングハウス・ アメリカ合衆国、ペンシルベニア州、ピッツバーグ、ゲイ
 エレクトリック・コー トウェイ・センター(番地なし)
 ポレーション

㉒代 理 人 弁理士 曾我 道照 外3名

明 細 書

1. 発明の名称

プローブ支持体を移動させる駆動装置

2. 特許請求の範囲

1) 管状部材内でプローブ支持体を移動させる駆動装置であって、

(a) 細長い円形部材と、

(b) 該円形部材に係合し、同円形部材を前記管状部材内で回転自在に軸方向に移動させる駆動手段と、

(c) 該駆動手段を作動させるように同駆動手段に動作上接続された回転手段と、

(d) 該回転手段に動作上接続されて、前記円形部材が、選択的に、所定位置で回転するか、前記管状部材内で螺旋路に追従するか、又は可変ピッチを有する螺旋路に追従するように、前記回転手段を作動させる制御手段と、

を備える、プローブ支持体を移動させる駆動装置。

2) 管内でプローブ支持体を移動させる駆動装置

であって、

(a) 雄ねじ部を有すると共に、縦軸線に沿って雄ねじ部を貫通して延在する縦軸方向の駆動スロットを有する駆動軸と、

(b) 該駆動軸の縦軸方向の一部を取り囲む第1のスリーブと、

(c) 該第1のスリーブの内側面に一体的に取り付けられた回転駆動軸インサートであって、前記駆動軸の前記駆動スロットと回転可能に組み合い係合すると共に、前記駆動軸をその前記縦軸線を中心に回転させる、前記第1のスリーブの内側面から外向きに突出する前記回転駆動軸インサートと、

(d) 前記駆動軸の異なる縦軸方向の一部を取り囲む第2のスリーブであって、前記駆動軸の前記雄ねじ部と組み合い係合すると共に、前記駆動軸を前記管の縦軸線に沿って軸方向に並進させる、雄ねじ部を有する前記第2のスリーブと、

(e) 前記第1のスリーブを回転させるように同第1のスリーブに動作上接続された第1の回転手

段と、

(f) 前記第2のスリーブを回転させるように同第2のスリーブに動作上接続された第2の回転手段と、

(g) 前記第1の回転手段及び前記第2の回転手段に動作上接続されて、前記駆動軸が、選択的に、前記管内で軸方向に移動するか、前記管内で回転運動するように、前記第1の回転手段及び前記第2の回転手段を選択的に作動させて、前記駆動軸が、選択的に、所定位置で回転するか、線形路に追従するか、又は可変ピッチを有する螺旋路に追従するようにしている、制御手段と、

を備える、プローブ支持体を移動させる駆動装置。

3. 発明の詳細な説明

発明の背景

本発明は、一般に、管類における傷を検出するための検査機構に関し、特に、検査用走査装置が取り付けられプローブ支持体に接続されているプローブが、選択的に、管内の所定位置で回転した

次流体は放射性の水である。従って、蒸気発生器は、放射性の一次流体が二次流体と混合することにより該二次流体を放射能で汚染することがないように設計されている。従って、あらゆる箇所において放射性の一次流体が二次流体から分離された状態に留どまり、以て、放射性の一次流体と二次流体との混合を回避するように管が耐漏洩状態に留どまることが望ましい。

しかし、運転中に応力及び腐食によって生ぜしめられる管壁の欠陥或は管壁の割れに起因し、蒸気発生器の管には表面傷及び内部傷が時として発生することがあり、従って、蒸気発生器管が耐漏洩状態に留どまり得ないことが時として起こり得る。更に詳しく述べると、実験室試験の結果、一次流体の高温度と、管の硬質圧延(hard rolling)から生ずる応力及び歪みの状態と、管材料の微細構造が運転中に結晶粒界内応力及び腐食を受ける可能性があることとの組み合わせが原因で、上に述べたような欠陥或は割れが生じ得ることが判明した。管壁を貫通する割れが生ずると、蒸気発生器

り、管を通る線形走査路に追従したり、或は可変ピッチを有する螺旋走査路に追従するように、上記プローブ支持体を、蒸気発生器管内で、滑りやクリープを伴うことなく移動するためのプローブ支持体駆動装置もしくはアセンブリに関するものである。

蒸気発生器は、一次流体を二次流体から分離している熱伝導境界部を介して熱伝導により熱が伝達された時に蒸気が発生する装置であり、同装置で二次流体は水であって、一次流体は二次流体よりも高い温度を得ていることは良く知られている。二次流体の温度上昇に伴い、二次流体は飽和温度に達し、この飽和温度を超えると、二次流体の飽和温度を超える部分が気相に移行し、それにより蒸気が発生する。典型的には、蒸気発生器は、一次流体が通流する複数の導管もしくは管を備えており、これ等の管の壁は、一次流体から熱を二次流体に伝達するための熱伝導境界としての機能を有する。

原子炉においては、蒸気発生器の管を流れる一

の幾本かの管は、耐漏洩状態に留どまり得なくなる。このような理由から、一次流体が二次流体と確実に混合しないように、修正処置を講じるべく、傷或は不整について管を検査するのが慣行である。かかる修正処置とは、傷或は不整を有する管をプラグ又はスリーブで塞ぐことである。

しかし、修正処置を講ずる前に、先ず、どの蒸気発生器管が傷或は不整を有しているかを決定するのが賢明である。非破壊試験技術分野で良く知られているように、どの管が修正処置を必要とする傷或は不整を有しているかの決定は、疑わしい管を電子的及び／又は音響的に走査することが可能である渦電流及び／又は超音波変換器式の検査装置を用いて、疑わしい管を検査することにより行うことができる。超音波変換器が用いられる場合には、この超音波変換器は、水のような適当な接触媒質により管壁と結合される。接触媒質を伝播する超音波変換器からの信号は、管壁の内面及び外面から反射されて超音波変換器に戻り、電気パルスに変換されて測定装置に伝送される。管壁

の内面及び外面からの反射信号は、管壁の厚さに比例する間隔だけ時間的に離間している。測定装置は、この時間差を、管壁の厚さを表す電圧レベルに変換する。次いで、この電圧レベルは、管壁に沿う種々の箇所における管壁厚における変動を表示するための表示装置に出力される。他方、渦電流技術は、電気導体を交番磁場内に置いた場合に、電磁誘導により導体内に渦電流が発生するという周知の原理に基づく方法である。この渦電流の大きさ及び位相は、導体の導電率及び物理的特性の関数である。渦電流は、磁場を発生し、この磁場を検出し測定することができる。従って、振動電流が印加される試験コイルを備えている渦電流プローブ支持体を、管に沿って移動し、試験コイルの電気インピーダンスに対する影響を測定して、管の物理的特性を表す情報を得ることができる。勿論、管を所定の仕方で傷或は不整に関して走査するためには、超音波変換器及び／又は渦電流装置は、管内部で縦軸方向に管の内面に沿って所定の走査パターンで適切に移動する必要がある。

プローブを移動すれば、管壁の厚さに関し所望量のデータを得ることができる。従来、プローブ支持体及びプローブが所定位置で回転したり、螺旋走査路に追従したり、或は線形走査路に追従することを可能にするプローブ支持体駆動装置を開示している文献もあるが、このような従来技術においてしばしば遭遇する問題は、プローブ支持体及びプローブが、可変ピッチを有する螺旋走査路を追従することを可能にするプローブ支持体を実現し且つ滑りやクリープを伴わずに管内で移動するプローブ支持体を実現することにあった。

管内でプローブ支持体及びプローブを移動するために従来幾つかの装置が知られている。このような装置の1つは米国特許第3,831,084号明細書に開示されている。即ち、この米国特許には、選択的に、螺旋走査路に追従するか或は任意の位置で回転することを可能にする制御可能なスリーブを備えた螺旋走査渦電流式の傷検出器が開示されている。しかし、この米国特許に記載の装置では、検出器は、螺旋運動を伴わない直線もしくは線形

当該技術分野においては、検査すべき管内に挿入することができ且つ該管の内面に沿って移動することができる細長いプローブ支持体に接続されたプローブ内に超音波変換器及び／又は渦電流装置を設けるのが通例である。一方、プローブ支持体は、摩擦ローラにより該プローブ支持体と係合することができるプローブ支持体駆動部と係合せしめられる。しかし、摩擦ローラを使用した場合には、プローブ支持体には滑りやクリープが生じ得る。従って、従来における課題は、プローブを、検査すべき管内で、滑りやクリープを伴わずに所望の仕方で正確に移動することを可能にするプローブ支持体駆動装置を提供することにあった。

更に、従来における別の課題は、プローブ支持体及びそれに接続されたプローブが、選択的に、管内の所定位置で回転したり、管内の線形走査路に追従したり、或は可変ピッチを有する螺旋走査路に追従するようにプローブ支持体と係合することが可能なプローブ支持体駆動装置を得ることにあった。このような仕方でプローブ支持体及びプ

走査路を追従或は可変ピッチを有する螺旋走査路を追従することが可能であるとは考えられない。

管内でプローブ支持体を移動するための別の装置として、米国特許第3,926,040号明細書に開示されている装置がある。この米国特許に記載の装置は、傷について管内壁の検査のような非破壊試験を行うために、原子炉容器の構成要素であるような管内にセンサを正確に再位置決めすることに向けられた装置である。この装置は、駆動歯車を貫通して延びる細長い支持パイプを備えると共に、該支持パイプに固定された作業ヘッドを備えている。支持パイプの回転を行うために、駆動歯車には、第1の可逆モータが動作上接続されている。また、支持パイプの軸方向運動を選択的に発生するために、第2の可逆モータが駆動歯車に接続され且つ歯車ラックに動作上接続されている。第1の可逆モータ及び第2の可逆モータを個別に或は同時に作動させて、それにより管内における支持パイプの移動及び作業ヘッドの再位置決めを行うためにアクチュエータが設けられている。しかし、

この米国特許に記載の装置では、支持パイプは、本発明におけるように、可変ピッチを有する螺旋走査路に追従し移動することは不可能であると考えられる。

管内でプローブ支持体を移動するための更に別の装置が、米国特許第4,824,400号明細書に開示されている。この米国特許は、細長い可撓性のプローブ支持体に接続されたプローブを駆動するための装置に向けられている。この装置は、無端駆動面を有する回転駆動部材と、該駆動面と摩擦係合関係にプローブ支持体を保持するための手段とを備えている。しかし、この米国特許には、プローブ支持体を所定位置で回転したり或は可変ピッチを有する螺旋走査路で滑りやクリープを伴わずにプローブ支持体を移動するための手段は開示されていない。

このように、従来、管内でプローブ支持体及びそれに接続されたプローブを移動するための装置は知られているが、プローブ支持体及びプローブが、選択的に、所定位置で回転したり、線形走査

路に追従したり、或は可変ピッチを有する螺旋走査路に追従するようにプローブ支持体を管内で滑りやクリープを伴わずに移動する装置を教示している従来技術は存在しないと考えられる。

従って、検査装置が取り付けられ且つプローブ支持体に接続されているプローブが、選択的に、所定位置で回転したり、管を通る線形走査路に追従したり、或は可変ピッチを有する螺旋走査路に追従するように、プローブ支持体及びプローブを、蒸気発生器の管内で滑りやクリープを生ぜしめずに移動するためのプローブ支持体駆動アセンブリもしくは装置の必要性がある。

発明の概要

本発明によりここに開示するのは、検査装置が取り付けられてプローブ支持体に接続されているプローブが、選択的に、所定位置で回転したり、管を通る線形走査路に追従したり、或は可変ピッチを有する螺旋状の走査路に追従するように、プローブ支持体を、蒸気発生器の管内で、滑りやクリープを伴わずに移動するためのプローブ支持体

駆動アセンブリもしくは装置である。従って、プローブ支持体駆動アセンブリに係合するプローブ支持体は、実質的に任意の所定走査パターンでプローブを管内で移動することが可能である。

本発明のプローブ支持体駆動アセンブリもしくは装置は、雄ねじ部が形成されている細長いプローブ支持体を含んでおり、該プローブ支持体はその縦軸線に沿い雄ねじ部を貫通する駆動スロットを有する。駆動アセンブリもしくは装置は、更に、プローブ支持体の一部分を取り囲む第1のスリーブを備え、該第1のスリーブは、プローブ支持体の駆動スロットと組み合い係合してプローブ支持体を管内で回転自在に移動するための駆動軸インサート(軸)を有する。また、駆動アセンブリには、プローブ支持体の異なった部分を取り囲む第2のスリーブが設けられ、この第2のスリーブは、プローブ支持体の雄ねじ部と組み合い係合して管内でプローブ支持体を軸方向に移動するための雄ねじ部を有する。第1のスリーブ及び第2のスリーブは、動作上、可変速度とすることができる第1

の可逆モータ及び可変速度とすることができる第2の可逆モータにそれぞれ動作上接続され、これ等のモータは、協働して、第1のスリーブ及び/又は第2のスリーブを回転する。第1のスリーブだけが回転する場合には、プローブ支持体は、該プローブ支持体のねじ部の進みに等しいピッチを有し且つプローブ支持体のねじ部が右巻きの螺旋であるか或は左巻きの螺旋であるかに依存し右巻き又は左巻きの螺旋を有する螺旋走査パターンが実現されるように、滑り或はクリープを伴うことなく管内で軸方向に移動する。第2のスリーブだけが回転する場合には、プローブ支持体は、回転することなく且つ滑りやクリープを伴わずに管内で軸方向に移動する。2つのスリーブが同じ速度で且つ同じ方向に回転する時には、プローブ支持体は、軸方向に移動せずに、その位置で回転する。第1のスリーブ及び第2のスリーブが異なった速度で回転する時には、プローブ支持体は、モータの相対速度に依存し右巻きか或は左巻き螺旋の可逆ピッチを有する螺旋状走査パターンが実現され

るように、滑りやクリープを伴うことなく、管内で回転し且つ管内で軸方向に移動する。このようにして、第1の可逆モータ及び第2の可逆モータの協働的回転で、プローブ支持体及びプローブが所定位置で回転するか、管を通る線形走査路に追従し移動するか或は右巻き又は左巻きの螺旋の可変ピッチを有する螺旋状走査路に追従し移動するかの何れかが決定される。

本発明の上の目的及び他の目的、特徴並びに利点は、添付図面を参照しての本発明の実施例に関する以下の説明から一層明瞭に理解されるであろう。

好適な実施例の説明

検査プローブが取り付けられているプローブ支持体を使用して蒸気発生器管の表面傷や内部傷を検査する必要が屢々生ずる。この場合、プローブ支持体及びプローブは、検査すべき管の内面に沿って移動することが可能である。ここに開示する本発明は、プローブ支持体及びプローブが管内で回転し、管の線形走査路或は右巻き又は左巻きの

可変ピッチを有する螺旋走査路に追従し移動するように、プローブ支持体及びそれに取り付けられているプローブを、蒸気発生器管内で、滑りやクリープを生ぜしめることなく移動するためのプローブ支持体駆動アセンブリもしくは装置に在る。

第1図を参照するに、参照数字20で全体的に示した蒸気発生器は、円筒状の上部部分40と円筒状の下部部分50とを有するほぼ円筒状の外胴30を備えている。上部部分40内には、蒸気-水混合物から同伴されている水を除去するために、蒸気-水混合物の分離を行う湿分分離手段54が配置されている。下部部分50内には内胴55が配置されており、該内胴55の頂端部は閉ざされているが、蒸気-水混合物が内胴55から湿分分離手段54へと移行するのを可能にするために、上記頂端部には複数の開口が設けられている。内胴55の底端部は開いており、該内胴55と外胴30との間に環状部56が形成されている。内胴55の内部には、複数の垂直なU字形管(管状部材)70を有する垂直の管束60が配置されている。管70は、ミルアニーリングされ熱処

理された商品名・インコネル(Inconel)600から形成することができる。管束60の長手方向に沿う種々の箇所には、複数の水平な円形の管支持板80が配置されている。該管支持板80は、405ステンレス鋼から形成することができ、各管70を受け、該管70を側方から支持し、傷を招来する該管70の振動を減少するための孔を有している。管70に対する付加的な支持が、クロム鍍金されたインコネルから形成することができる複数の耐振棒83により、管束60のU字形ベンド領域において行われている。

再び第1図を参照するに、下部部分50内で、最も下側の管支持板86の下方には、管70の端部を受けるための複数の貫通垂直開口100を有する水平な円形の管板90が配置されており、管70の端部は該開口100を貫通して所定距離だけ延びている。インコネルで被覆されたニッケル-モリブデン-クロム-バナジウム合金とすることができる管板90は、その周縁部に沿って、半球状の水室110に、例えば溶接等により封止状態で固定されている。水室110内には、垂直な半円形の仕切板120が配置

されており、該仕切板120は、その周縁部に沿い、溶接等により水室110に封止状態で固定されている。また、仕切板120は、例えば溶接により、その扁平縁部に沿い管板90に封止状態で固定されている。このようにして、仕切板120は、水室110を入口プレナム室130と出口プレナム室140とに分割している。

更に第1図を参照するに、外胴30上で管板90の下方には、それぞれ、入口プレナム室130及び出口プレナム室140と流体連通関係で第1の入口ノズル150及び第1の出口ノズル160が設けられている。入口プレナム室130及び出口プレナム室140に対するアクセスを可能にするために、外胴30上で管板90の下方には複数のマンホール170が設けられている。また、外胴30上で管束60の上方には、第2の入口ノズル180が配設されており、該ノズル180は、上部部分40内に配設されて穿孔された水平で概略的にトロイド状の給水リング182に接続されていて、非放射性の二次流体が、入口ノズル180及び給水リング182の穿孔(図示せず)を経て

上部部分40内に流入することができるようになっている。また、蒸気発生器20からの蒸気の出口として上部部分40の頂部には第2の出口ノズル190が配設されている。

蒸気発生器20の運転中、約327℃(620°F)の温度となりうる放射性の一次流体は、第1の入口ノズル150を介して入口プレナム室130に流入し、管70を通流して出口プレナム室140に至り、そこから一次流体は、第1の出口ノズル180を経て蒸気発生器20から流出する。水である二次流体は、給水リング182に接続されている第2の入口ノズル180を介し該給水リング182に流入し、該給水リング182の穿孔(図示せず)から環状部58を経て下向きに流れて、管板90と流体連通関係になる。次いで、上記二次流体は、環状部58から自然対流により上向きに管束80を流れ、そこで二次流体は、管束80を構成し熱伝導体として作用する管70の壁を介しての一次流体から二次流体への熱伝達に起因して沸騰し蒸発して蒸気-水混合物を形成する。この蒸気-水混合物は、管束80から上向きに流れて、

くなることがある。従って、修正処置を講じうるように、傷もしくは不整(例えば管ろう付け部における接着層の喪失)の位置及び程度を検出べく管71を検査するのが慣行となっている。管71が、修正処置を必要とするほど充分に由々しい傷もしくは不整を有しているか否かの判定は、非破壊検査式の走査装置(図示せず)を用いて管71を検査することにより行うことができよう。当然のことながら、同走査装置は、管71を傷或は不整について完全に走査しうるように、滑りやクリープを生ずることなく、管71の内面に沿い適切に移動されるべきである。

さて、第2図を参照するに、この図には、本発明のプロープ支持体駆動アセンブリもしくは駆動装置が参照数字200で全体的に示されている。このプロープ支持体駆動アセンブリ200は、非破壊検査式の走査装置が取り付けられていると共にプロープ支持体210に接続されているプロープ220が、管71内部で、選択的に、任意の位置で回転したり、線形走査路或は可変ピッチを有する螺旋形走査路

湿分分離手段54により飽和水と乾き飽和蒸気とに分離される。該乾き飽和蒸気は、約99.75%の最小蒸気品質を得ることができる。飽和水は、湿分分離手段54から下向きに流れて二次流体と混合する。このようにして、二次流体が第2の入口ノズル180に流入し、乾き飽和蒸気が第2の出口ノズル190を経て蒸気発生器20から流出する。当該技術分野において周知の仕方で、乾き飽和蒸気は、最終的には、第2の出口ノズル190から蒸気発生器20を流出した後、吸熱器もしくは熱シンク(図示せず)に移送される。原子炉においては一次流体は放射性である。従って、蒸気発生器20は、非放射性的の二次流体が放射性的の一次流体と混合することにより放射能で汚染されないようにするために、一次流体があらゆる箇所において二次流体と直接流体連通しないように設計されている。

屢々、応力及び腐食によって生ぜしめられる管壁欠陥即ち管壁の割れが原因で、或る管70、例えば疑わしい蒸気発生器管71(第2図参照)には、表面傷及び内部傷が発生し耐漏洩状態を維持しえな

に追従したりすることにより、所定の走査パターンで移動するように、プロープ支持体210を滑りやクリープを生ずることなく管71内で適切に移動せしめる。プロープ支持体210は、縦軸方向の中空部分222(第6図参照)が貫通しているプラスチックのような可撓性或は非可撓性の細長い駆動軸(円形部材)とすることができ、該プロープ支持体210の中空部分222は、検査装置及びプロープ220から、管71の物理的特性について該検査装置から受けたデータを分析することが可能なデータ分析装置223に引き出される電気ワイヤを収容することができる。追って詳細に述べるように、駆動アセンブリ200は、雄ねじ部224を有するプロープ支持体210と螺合し、プロープ支持体210、従ってプロープ220が所定の走査パターンで管71内を、滑りやクリープを伴うことなく正確に移動して、管71の物理的特性に関する所望のデータを得ることができるようになっている。雄ねじ部224は、該雄ねじ部224の歯末部における摩耗に抗するように29度の低歯アクメねじとすることができる。こ

のような低歯のアクメねじは、歯底面が比較的浅い。従って、このアクメねじは、管の強度の損失を最小限に抑えて、軸方向の荷重を伝達するために比較的薄肉の可撓性の管に対して効果的に使用することができよう。

第2図に示すように、入口プレナム室130内には、管71の下方に同軸関係で駆動アセンブリ200を位置付けるために、本出願人から入手可能な遠隔操作作業腕(ROSA=Remotely Operated Service Arm)のような二股の遠隔作業腕(参照数字230で全体的に示されている)を配置することができる。勿論、作業腕230は、必ずしも二股のものである必要はなく、むしろ、駆動アセンブリ200を管71の下側に位置付けるための任意の慣用の形態もしくは機構の腕とすることができる。作業腕230は、その一端部において、カムロック装置(図示せず)のような手段により、管71に十分に接近している幾本かの管70の端部に解放可能に係合し、それにより、管板90の下方に作業腕230を解放自在に固定することができる。作業腕230は、管71の下側

に駆動アセンブリ200を位置決めするために360度の水平及び垂直円弧で運動することが可能である。作業腕230の他端部には、該作業腕230を駆動アセンブリ200に解放可能に結合するために、円形とすることができる雄継手(図示せず)が接続されている。駆動アセンブリ200の外面には、円形とすることができるフランジ付きボス240が一体的に取り付けられている。また、ボス240には、円形とすることができる雌継手250が固定されていて上述の雄継手と組み合せて係合し、それにより駆動アセンブリ200を解放自在に作業腕230に結合することができる。

追って詳細に説明するように、駆動アセンブリ200に係合するアローブ支持体210は、アローブ支持体コイラー装置280から、マンホール170及び駆動アセンブリ200を経て管71内に延入することができる。アローブ支持体210を受け入れるために周縁を取り巻いて延在する溝を有する円形のリールでよいコイラー装置280は、その周囲を包むようにアローブ支持体210を収容することができる。

アローブ支持体210の一部分を取り囲んでいるのは適当に可撓性のアローブ支持体案内ホース270であり、同案内ホース270は、駆動アセンブリ200に接続されて該駆動アセンブリ200からコイラー装置280近傍に延び、アローブ支持体210がマンホール170の縁部に当たって摩擦しないように保護している。アローブ支持体210に接続され及び／又はその中に配置されているアローブ220は、表面傷及び内部傷について管71を非破壊的に検査するための超音波及び／又は渦電流による非破壊検査式の走査装置のような走査装置を収容することができる。追って詳述するように、駆動アセンブリ200は、管70に接続された支持手段により管71の下側に懸持することができる。尚、該支持手段は、管71の近傍で管70の内面に拡開可能且つ解放自在に係合するようにほぼ円筒状の弾性変形可能な拡開カラー300(第3図参照)を有する参照数字280で全体的に示した少なくとも1つのカムロック装置(第3図参照)とすることができる。

第3図及び第4図を参照するに、このカムロッ

ク装置280のベース板290は、該ベース板290に固定される参照数字310で全体的に示した少なくとも1つのカムロック工具を支持するためのT字形の横断面(第3図参照)を有するほぼ三角形の部材(第4図参照)とすることができる。ベース板290は、該ベース板290により占拠されるスペースの大きさを最小にするために三角形の形状とすることができる。第3図に示すように、各カムロック工具310は、各端に接続されたキャップ314を有する細長いほぼ円筒状のブランジャ312を備えている。各キャップ314は、拡開カラー300を弾性変形するために、その一端部に截頭円錐形の表面316を備えている。ブランジャ312を取り巻いて、各キャップ314の対向する截頭円錐形表面316に組み合い当接する内向きに傾斜した縁部318が設けられている。ブランジャ312をベース板290に向けて軸方向に並進させると、截頭円錐形表面316が対峙する傾斜縁部318に対し圧縮力を及ぼして、それにより、拡開カラー300を圧縮変形して外向きに拡開させ、管71近傍の管70の内側表面と解放自

在に拡張係合させ、その結果として、駆動アセンブリ200は、拡張カラー300の外表面と管70の内表面との間に作用する摩擦力により管71の下側に懸持される。また、逆に、フランジ312を、ベース板290から離れる方向で軸方向に移動すると、上述の圧縮力が解放され、その結果、拡張カラー300は予備変形された形状に弾性復帰し、拡張カラー300を、管70の内表面から離脱せしめる。フランジ312には、電気又はガスで作動される可逆カムロックモータ320が接続されており、フランジ312、従って拡張カラー300を操作して、拡張カラー300を拡張及び収縮させ、管70の内表面とそれぞれ係脱する。更に、ベース板290を貫いて延びているのは横断孔330であり、該孔330を通してプロープ支持体210を受け入れる。また、直ぐ説明するように、ベース板290を貫通して少なくとも1つのスペーサ340が延在しており、該スペーサ340は、ベース板290を駆動アセンブリ200の頂部に関し離間関係で維持し且つカムロック装置280を駆動アセンブリ200に接続するために、各端部に雄

おけるプロープ支持体210の引抜き、摩耗及び結合を最小限度に抑止するために、第1の通路肩部377及び第2の通路肩部378を備えることができる。即ち、第5図に示すように、第1の通路肩部377及び第2の通路肩部378は、プロープ支持体210と適切に接触し案内する案内面取部としての機能を果たす。ハウジング370には少なくとも1つのチャンネル380が縦方向に貫通形成されていて、関連の各スペーサ340を受け入れている。

第5図に示すように、ハウジング370の外表面には、フランジ付きボス240が一体的に取り付けられている。フランジ付きボス240は、雄継手250に取り付けられており、一方、該雄継手250は、作業腕230に接続された雄継手と組み合い係合することができる。他方、作業腕230は、駆動アセンブリ200を管71の下側に同軸関係で位置決めすることが可能である。ハウジング370には、第1の可逆モータ(第1の回転手段)400を受け入れるための第1の室390が形成されている。該第1の可逆モータ400は、通路375及び376に対して同軸関

ねじ部350を有している。各雄ねじ部350は、スペーサ340を駆動アセンブリ200及びベース板290に取り付けるために、ナット360の雄ねじ部と螺合することができる。

次に第5図を参照すると、駆動アセンブリ200を囲繞するハウジング370が示してある。該ハウジング370は、その内部に配置されている駆動アセンブリ200の保守や修理を行うために該ハウジング370の内部にアクセスすることができるように、開放前端及び開放後端を有するほぼ中空の円筒体である。該ハウジング370は、更に、駆動アセンブリ200が動作している時にハウジング370の開放前端及び開放後端を覆うために、該ハウジング370の開放前端及び開放後端にそれぞれ着脱可能に取り付けられた鏡板372及び374を備えている。鏡板372及び374は、プロープ支持体210が貫通移動することができるように、それぞれ共線関係にある通路375及び376を有している。更に、各通路375及び376は、プロープ支持体210が通路375及び376を通過して移動する際に、該通路375及び376に

係で配置された第1の中空中心部404を有することができる。該第1の可逆モータ400は、第1の室390内に配置されて、その中でハウジング370に接続されている。また、ハウジング370には、第2の可逆モータ420(第2の回転手段)を受け入れるための第2の室410が形成されている。可変速度のものでよいこの第2の可逆モータ420は、通路375及び376に対して同軸関係で配置された第2の中空中心部422を有することができる。この第2の可逆モータ420は、第2の室410内に配置されて、該室410内でハウジング370に接続されている。追って説明するように、第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420は、管71の内部表面に沿って所定の走査パターンでプロープ支持体210、従ってプロープ220を駆動することができる。第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420の制御は、所望の走査路もしくは軌跡が得られるように第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420を選択的に作動するため、該第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420に電氣的に接続されて

いる制御手段もしくはコントローラ421(第2図参照)により行うことができる。第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420は、モータにおける整流及び位置フィードバックの目的で接続されたホール効果装置(図示せず)を備えることができる。位置フィードバック用に使用される場合、ホール効果装置は、管71内におけるプローブ220の位置に関するデータをコントローラ421に供給するように、第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420に電氣的に接続することができる。従って、コントローラ421は、2軸の閉ループ位置コントローラである。当該技術分野において良く知られているように、ホール効果装置は、モータのコイルを取り巻く電磁場の変化を検出するためのセンサである。このようなホール効果装置は、プローブ支持体210の運動及び位置の変化を測定するための非能動的な手段として使用することができよう。更に、中心部が中空(空心)で枠無しのブラシレス・リゾルバや空心の光学的エンコーダのような他の均等な位置符合化装置を付加したり或はホ

ール効果装置の代わりに使用することも可能である。可逆モータ400及び420は、高速度でプローブ支持体210を駆動するために比較的大きいトルクを発生可能であるべきである。加えて、可逆モータ400及び420は、希土類磁石を利用するようになっていてもよく、また、プローブ220からの信号に干渉する電気ノイズの発生を比較的少なくするためにブラシレスとしうる。また、特定の用途に適するトルク、大きさ及び費用条件を満たすように、他の空心モータや、直列型空心歯車減速装置を有する空心モータを代わりに使用することも可能である。

続けて第5図を参照するに、第1の中空中心部404内には、第1の縦長の貫通開口440を有する第1の円筒状回転子430が配置されており、同開口440が、その中に固着される円筒状の第1のライナ441を受け入れている。第1のライナ441は、圧入により第1の開口440に固着することができよう。更に、ライナ441は、着脱可能に取り付けられる第1の円筒状スリーブ444を受け入れるため

の第1の縦長の孔442を有する。第1の回転子430は、電流が第1の可逆モータ400に印加される際に回転することができる。追って詳述するように、第1のスリーブ444は、ほぼ矩形の形状をした駆動軸挿入部材もしくはインサート450を有しており、該駆動軸インサート450は、第1のスリーブ444内に圧入されて、第1のスリーブ444の内側面から突出し、プローブ支持体210の一端近傍から他端近傍に延びてトルクをプローブ支持体210に伝える縦軸方向の駆動スロット530(第6図参照)に組み合せて回転自在に係合するようにすることができる。或は、駆動軸インサート450は省略し、トルクは、プローブ支持体210の長手方向に沿って一体的に形成された六角形のねじ山452により伝えることも可能である。六角形のねじ山452は、その場合、第1のスリーブ444を貫通して形成された関連の六角形形状の開口454と組み合せて回転自在に係合する(第7図参照)。ねじ山452の六角形状により、雄ねじ部224が使用される際に伝達することができるトルクの大きさと比較して、

プローブ支持体210には、第1のスリーブ444により、更に大きなトルクを伝達することができる。更に、駆動軸インサート450を省略し、トルクを、プローブ支持体210の長さ方向に一体的に形成された矩形のねじ山458により伝達することも可能である(第8図参照)。矩形のねじ山458は、第1のスリーブ444に形成された関連の矩形の開口458と組み合せて係合する(第8図参照)。ねじ山458の矩形形状により、雄ねじ部224が用いられる際に伝達することができるトルクの大きさと比較して、更に大きなトルクを第1のスリーブ444によりプローブ支持体210に伝達することが可能である。

第5図に示すように、第1のライナ441の各端部に近接し且つ該ライナの外面と接触して少なくとも1つの第1の軸受460が配置されており、該軸受460は第1のライナ441の各端部近傍でハウジング370と第1のライナ441との間に摺動可能に介装されて、第1のライナ441が第1の開口440内で回転する際に第1のライナ441とハウジング370と

の境界に作用する摩擦力を軽減するのに役立つ。
また、第1の軸受460の外側で第1のライナ441の外側と接触して該ライナ441の各端部近傍に、少なくとも1個のリング形状の第1のシール462が配置されており、第1のライナ441とハウジング370との間に封止状態で介装されている。この第1のシール462は、液体及び粒状物の侵入に対して第1の室390を封止するためのエラストマ製シールとすることができる。

再び第5図を参照するに、円筒形の第2の回転子470が第2の中空中心部422内に配置されている。同回転子470は、縦方向に貫通する第2の開口480を有し、同開口480がそこに固着される第2の円筒状のライナ481を受け入れている。第2のライナ481は、圧入により第2の開口480に固着されることができよう。第2のライナ481は、縦軸方向に貫通する第2の孔482を有し、同孔482内に固着される円筒状の第2のスリーブ490を受け入れる。第2の回転子470は、電流が第2の可逆モータ420に印加される時に回転可能である。第2のスリー

2のライナ481が第2の開口480内で回転する際に、第2のライナ481とハウジング370との境界に作用する摩擦力を減少する。また、第2の軸受510の外側で第2のライナ481の各端部近傍で該ライナ481の外側に接触して少なくとも1個のリング形状の第2のシール520が配置されており、このシール520は、第2のライナ481とハウジング370との間に封止状態で介装されている。該第2のシール520は、第2の室410を、液体及び粒状物の侵入に対して封止するためのエラストマ製シールとすることができる。

第6図に最も良く示すように、アローブ支持体210の雄ねじ部224を貫通して駆動スロット530が形成されている。該駆動スロット530は、アローブ支持体210の一端近傍からその他端近傍まで縦軸方向に延在して、該駆動スロット530と回転可能に組み合わせるように第1のスリーブ444の内面から外向きに突出している駆動軸インサート450に係合する細長いキー溝とすることができる。既に述べたように、アローブ支持体210は、その長さ

ブ490は、アローブ支持体210の雄ねじ部224と螺合するための雄ねじ部500を有している。追って詳細に説明するように、第2のスリーブ490は、アローブ支持体210を管71内で軸方向に移動するために、アローブ支持体210の雄ねじ部224と螺合するねじ付きの線形駆動手段として機能する。雄ねじ部500及び雄ねじ部224の螺合の方が、この箇所で摩擦ローラを使用するよりも好ましい。その理由は、螺合によれば、本来的に、アローブ支持体210を積極的に移動するための牽引力が与えられ、それにより、アローブ支持体210は滑りやクリープを生ずることなく管71内で移動することができるからである。これに対し、摩擦ローラを使用する場合には、積極的な牽引力は与えられえず、アローブ支持体210の滑りやクリープが起こり得る。第2のライナ481の外側に接触してその各端部近傍に配置されているのは、少なくとも1つの第2の軸受510であり、同軸受510は、第2のライナ481の各端部近傍で、ハウジング370と第2のライナ481との間に摺動自在に介装されており、第

方向に沿い一体的に形成された六角形のねじ452(第7図参照)又は矩形のねじ456(第8図参照)を有することができる。ねじ452又は456は関連の開口454又は458とそれぞれ回転可能に組み合わせ、大きなトルクをアローブ支持体210に伝達することができる。

第9図に示してあるように、駆動軸210を包囲する第2のスリーブ490は、駆動軸210の雄ねじ部224と螺合するための雄ねじ部500を有している。該雄ねじ部500は、雄ねじ部224と組み合わせる29度の低歯アクメねじとすることができる。また、雄ねじ部224も同様に29度の低歯アクメねじとすることができる。

上に述べたように、アローブ220が取り付けられるアローブ支持体210は、選択的に、管71内における設置位置で回転したり、管71を通る線形走査路に追従したり、或は可変ピッチを有する螺旋状走査路に追従する。アローブ220の走査路は、一般に、下記の基本運動方程式によって決定され、同運動方程式が、管71を通るアローブ支持体210、

従ってプローブ220の運動を規定する。

$$L_s = P_1 + P_2 + \dots P_i + \dots P_n ; \quad (1)$$

更に、

$$L_s = \left| \left(\frac{N_k - N_t}{N_k} \right) L_b \right| \quad (2)$$

$$V_a = (N_k - N_t) \frac{L_b}{60} \quad (3)$$

$$V_s = \sqrt{\left(\frac{N_k \pi D}{60} \right)^2 + \left[\left(\frac{N_k - N_t}{60} \right) L_b \right]^2} \quad (4)$$

上式中、

P_i = 変換器 T_i のインチで表したピッチ (i は 1 とプローブ220に取り付けられた変換器の総数 N との間で変わる)

N_k = rpm で表した駆動アセンブリ200の第1のスリーブ444の回転速度

N_t = rpm で表した駆動アセンブリ200の第2のス

の記号と同じ仕方で決定される。単一の変換器がプローブ支持体210に接続されている特殊事例においては、 L_s は、プローブ220のピッチに等しく、そしてこのピッチは、管71の縦軸線に平行な管71の内面で測定した走査線間の間隔もしくは距離である。しかし、プローブ支持体210が、それに接続された2個以上の変換器を有している場合には、プローブ220のピッチは進み L_s よりも小さい。上記の運動方程式においては、第2のスリーブ490は右ねじを有しているものと仮定している。本発明の精神から逸脱することなく左ねじをも使用することができるが、その場合には、上記運動方程式の各々における N_t の記号は相応に変わることになる。プローブ支持体210の回転方向は、第1の可逆モータ400の回転方向により決定される。何故ならば、第1の可逆モータ400は、プローブ支持体210の駆動スロット530と回転可能に組み合う駆動インサート450を有する第1のスリーブ444に動作上結合されているからである。従って、プローブ支持体210は、第1のスリーブ444の回転方向

スリーブ490の回転速度

L_b = インチで表した第2のスリーブ490の雄ねじ部500の進み

L_s = インチで表した走査路の進み

V_a = 管71の縦軸線に沿うプローブ支持体210の前進速度 (インチ/秒)

V_s = 検査装置から管71の表面に延びる走査ビームの入射点の表面速度 (インチ/秒)

D = 走査中の表面の直径 (インチ)

である。

上記の基本運動方程式に適用可能な記号規約に関して述べると、 V_a 及び V_s は、プローブ220が駆動アセンブリ200から管71に向かって前進する時には、正の記号であり、プローブ220が管71から駆動アセンブリ200に向かって後退される際には負の記号を与えられる。また、 N_k の記号は、縦軸線に沿い駆動アセンブリ200の後端部から見て時計方向である場合には、正であり、従って N_k の回転方向は正である。同様に、反時計方向の回転に対しては、 N_k の記号は負である。 N_t の記号は、 N_k

と同じ方向に回転する。プローブ支持体210の軸方向運動の向きは、雄ねじ部224と螺合している雄ねじ部500が右ねじであるか左ねじであるかによって決定され且つ第1のスリーブ444の回転の方向により決定される。プローブ支持体210の回転速度、軸方向運動及び走査パターンは、 N_k と N_t の相対的な大きさによって決定される。

管71を検査する時には、駆動アセンブリ200のオペレータは、管71の或る領域を他の領域よりも一層完全にプローブ220で走査したい場合がある。更に具体的に述べると、オペレータは、一定速度及び一定ピッチよりも、変化する速度及び変化するピッチで管71を走査したい場合が有り得る。例えば、1つ又は2つ以上の超音波及び/又は渦電流変換器列が取り付けられているプローブ220を、ほぼ100%の検査に相当する微進みよりも、サンプリング検査に相当する粗進みで走査するように動作することができる。従って、基本運動方程式から、第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420の相対速度、従って第1のスリーブ444と第

2のスリーブ490との相対速度それぞれを、プローブ220が管71内の予め選択された位置に達する際にオペレータにより変えて、それによりこの箇所における微細な進み走査、従って一層完全な検査を行うことが可能であることは明らかである。管71内のこのような位置は、管支持板80及び耐振棒85の領域に対応する位置であると言うことができる。

更に、種々の仕方で、検査時間を減少したり或は検査の程度を強化することが可能である。例えば、上記運動方程式におけるパラメータを適当に調節したり且つ／又はプローブ220内の変換器の数を増加することが可能であろう。或は、プローブ220を、管71内への前進中には右巻きの螺旋に沿って案内し、そして管71からプローブ220を取り出す時は左巻きの螺旋に沿って案内することができよう。この螺旋運動と関連し、プローブ220の前進中及び後退中、各走査路は、管の内面の異なった部分を包摂することになり、検査される内表面の割合はそれにより大きくなる。

上式中、 N_t 、 N_k 、 L_b 、 V_a 、 V_s 及び D は、基本運動方程式と関連して定義したのと同じ単位元である。基本運動方程式を特殊運動方程式に書き換えることによって、 V_a 、 V_s 及び L_s は、第2の可逆モータ420及び第1の可逆モータ400の速度比(N_t/N_k)の関数として特定の定義される。ここで、 L_s は1個の変換器がプローブ220に接続されている時の走査ピッチに等しいことを想起されたい。式(1)で示されるように、この L_s は、2個以上の変換器がプローブ220に接続されている場合には、走査ピッチの和に等しい。

第10図を参照すると、第2の可逆モータ420及び第1の可逆モータ400の速度比(N_t/N_k)の関数として、 L_s 及び V_s/N_k の関係の3つの特殊例を表すグラフが示してある。第10図に示してある縦軸及び横軸で、グラフは象限に分けられている。上述の特殊運動方程式並びに第10図の左上及び右上の象限を参照すれば明らかなように、1より小さい縦座標の値の場合には、走査路は右巻き螺旋であり、 N_k が正の場合には管71でプローブ支持体は前

上記に鑑みて、2個以上の超音波変換器及び／又は渦電流装置をプローブ220に取り付ける場合には、超音波変換器及び／又は渦電流装置の数に等しい追加の走査路が管71の内面に描かれることになる。これから明らかなように、多重走査路の場合には、多重の対応のピッチ P_i が可能となる。勿論、超音波変換器又は渦電流装置が1個であるという特殊ケースにおいては1本の走査路と、進み L_s に等しい1つのピッチが得られる。

既述の基本運動方程式は、下記のような特殊運動方程式に書き換えることができる。

$$L_s = \left| \left(1 - \frac{N_t}{N_k} \right) L_b \right| \quad (5)$$

$$V_s / N_k = \left(1 - \frac{N_t}{N_k} \right) \frac{L_b}{80} \quad (6)$$

$$V_s / \sqrt{N_k} = \sqrt{\left(\frac{\pi D}{80} \right)^2 + \left[\left(1 - \frac{N_t}{N_k} \right) \frac{L_b}{80} \right]^2} \quad (7)$$

進し、 N_k が負の場合には管71内でプローブ支持体は後退する。他方、1より大きい縦座標の値の場合には、走査路は左巻きの螺旋であり、 N_k が負であればプローブ支持体210は管71内で前進し、また N_k が正であればプローブ支持体210は管71内で後退することを表す。最後に、1に等しい縦座標の値の場合には、 N_t は N_k に等しく、プローブ支持体210と第2のスリーブ490の間には相対回転は生じない。従って、プローブ支持体210は、その位置で単に回転するだけであって管71内で前進したり後退したりはしない。

特殊運動方程式をグラフ形態で表すことにより、所望の L_s 又は V_s/N_k に対応する速度比 N_t/N_k 並びに所望の速度比 N_t/N_k に対応する L_s 又は V_s/N_k を適宜決定するためのグラフが得られる。第10図を見れば明らかなように、 L_b の各値に対して、所望の走査進み L_s を与えるように選択しう N_t/N_k の2つの値が存在する。所望の L_s 及び L_b に対して選択すべき N_t/N_k の値は、要求されているのが右巻き螺旋走査路なのか左巻き螺旋走査路なのかを考慮する

ことにより決定することができる。例えば0.100に等しい l_b 及び0.100に等しい l_s が所望の場合には、0又は2に等しい N_t/N_k の値を選択することができよう。0に等しい N_t/N_k が選択されると右巻き螺旋走査路が与えられる。2に等しい N_t/N_k が選択されると左巻き螺旋走査路が与えられる。

V_a の値は、第10図を利用して所望の比 N_t/N_k に対する V_a/N_k を求めて、次いで、 V_a/N_k に N_k の既知の値を乗ずることにより得られる。また、上の説明から明らかなように、 D は、本例の場合管71の内径である走査面の所定の直径に対して求められる。また、明らかなように、 l_b は、第2のスリーブ490の所定の形状に対して予め定められる。従って、第10図の例示においては、単なる説明上の目的から、 l_b は、0.083、0.100及び1.125インチ(2.1082mm、2.54mm及び28.575mm)として特定的に選択されている。その結果、既知の l_b に対しては、 N_t/N_k の適当な値を生成して l_s 及び V_a/N_k に関し特殊運動方程式を解き、そして l_s 及び V_a/N_k の値を速度比 N_t/N_k の関数としてグラフで描くことによ

り第10図に類似のグラフを予め作成しておくことができよう。従って、所望の l_s に対して、 N_t/N_k の対応の値を第10図から求めて、この値を利用し、第2の可逆モータ420及び第1の可逆モータ400の相対速度を所望の l_s が得られるように設定することができる。或は、予め規定された期間内に管71の検査を完了したい場合には、所要の N_t/N_k は予め作成されたグラフから適宜求められる。即ち、プローブ支持体210が移動しなければならない管71の軸に沿う所望の距離を、予め指定された時間で割って所望のプローブ支持体速度 V_a を求める。次いで、 V_a を、適当に選択された N_k により割って V_a/N_k を求める。次いでこの V_a/N_k と第10図とを用いて、当該 V_a/N_k と関連の所要の比 N_t/N_k を求めることができよう。勿論、第10図に示したグラフに類似のグラフを必ずしも作成しておく必要はない。むしろ、各特定の事例毎に所望のデータに対して直接、基本運動方程式か或は特殊運動方程式の何れかを解くことができる。

駆動アセンブリ200の使用に当たっては、先ず、

蒸気発生器20から一次流体及び二次流体を排出する。次いで、作業腕230を、マンホール170から必要に応じ入口プレナム室130又は出口プレナム室140内に挿入し、作業腕230の一端をカムロック装置(図示せず)により、検査すべき管71の近傍の管70の端部に解放可能に係合する。このようにして、作業腕230を管板90の下側に解放可能に固定する。しかし、作業腕230を、マンホール170から挿入する前に、該作業腕230の他方の端部に雄継手(図示せず)を取り付けて、該雄継手を雄継手250に解放可能に結合し、該雄継手250を駆動アセンブリ200に属するフランジ付きボス240に取り付けるようにすることも可能である。次いで、オペレータにより作業腕230を操作して、駆動アセンブリ200を管71の下側に同軸関係で位置付けると共にカムロック装置280の各拡張カラー300を検査すべき管71の近傍の管70内に挿入する。次いで、カムロックモータ320を作動して拡張カラー300を拡張し、それにより、拡張カラー300を管71の近傍の管70の内面と解放可能に係合し、駆動アセンブリ200を

管71の下側に懸持する。駆動アセンブリ200を管71の下側に同軸関係で懸持した後に、駆動アセンブリ200の動作及び管71の検査を行うことができる。

所望の l_s 又は所望の V_a/N_k を選択し、該所望の l_s 又は V_a に対応する所要の比 N_t/N_k を既述の基本運動方程式又は特殊運動方程式から計算することができる。或は、所要の比 N_t/N_k は、既に述べたように、第10図に類似の予め作成されたグラフから適宜求めることも可能である。次いで、第2の可逆モータ420及び第1の可逆モータ400の速度の比(N_t/N_k)をオペレータにより設定して所望の l_s 又は V_a/N_k を得る。追って詳述するように、 N_t 及び N_k の相対速度の設定で、プローブ220に対する所望のピッチ走査パターンが設定される。

次いで、プローブ220が取り付けられているプローブ支持体210を第2の可逆モータ420を作動することにより管71内に前進させることができる。既に述べたように、第2の可逆モータ420は第2のスリーブ490に動作上結合されているので、第

2の可逆モータ420の動作で第2のスリーブ490が回転せしめられる。第1の可逆モータ400を作動することなく第2の可逆モータ420を作動した場合には、第2のスリーブ490の雄ねじ部500とアローブ支持体210の雄ねじ部224とが螺合しているので、アローブ支持体210は第2のスリーブ490を介して回転することなく軸方向に直進せしめられる。管71内に入ったならば、オペレータは、上に述べたように、第2の可逆モータ420を作動することにより、アローブ支持体210を回転することなく管71内で前進し続けることができる。ここで、回転を伴わないアローブ支持体210の前進は、無限大の近似値のピッチを有する螺旋走査路に沿いアローブ支持体210を移動することに等価である。或は、アローブ支持体210を管71内に前進させた後に、第2の可逆モータ420と同じ速度で且つ同じ回転方向で第1の可逆モータ400を作動することによりアローブ支持体210をその位置で回転させることができる。第1の可逆モータ400を作動すると、この第1の可逆モータ400は第1のスリ

ーブ444に動作結合されているので、第1のスリーブ444が回転する。このようにして、同じ速度及び同じ回転方向で第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420を作動すると、アローブ支持体210は軸方向運動を伴うことなく回転する。軸方向運動を伴わないアローブ支持体210の回転は、零の近似値のピッチを有する螺旋走査路におけるアローブ支持体210の運動に等価である。勿論、相対速度 Nk/Nk を既述の仕方を選択して、第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420を、零と無限大との間のピッチを有する所望の螺旋運動が実現されるように協働させることができる。第1のスリーブ444の回転方向のオペレータによる選択で、アローブ220が右巻き螺旋走査パターンを描くか或は左巻き螺旋走査パターンを描くかが決定される。従って、第1の可逆モータ400及び第2の可逆モータ420の動作を制御することにより、オペレータは、螺旋運動の走査ピッチ、速度及び方向を制御することができる。かくして、駆動アセンブリ200は、オペレータがアローブ220の運動

従って該アローブに接続されている変換器の運動を制御することを可能にし、アローブ220は、管71に沿う所望の箇所における管71の物理的特性に関する所望のデータを集めることができる。

管71の検査が完了すると、アローブ支持体210を管71から引き戻し、駆動アセンブリ200を蒸気発生器20から取り外す。この過程は、駆動アセンブリ200を蒸気発生器20内に挿入する過程及びアローブ支持体210を管71内に前進する過程に対し本質的に逆の過程である。この場合、カムロック装置280は、管70との初期係合とほぼ逆の仕方ですべて管70から取り外す。次いで、作業腕230を用いて、駆動アセンブリ200を管71の近傍から取り外す。次に、作業腕230を、管70からカムロック装置(図示せず)を外すことにより管板90の下側から取り外し、作業腕230及び駆動アセンブリ200を、マンホール170を介して蒸気発生器20から取り出す。このように、管71の検査が完了した時には、駆動アセンブリ200を、蒸気発生器20内に挿入する場合と本質的に逆の過程により、蒸気発生器20から

取り出すことができる。上述の検査過程の結果から、管71に耐漏洩性がないことが判明したならば、注液或はスリーブ嵌装のような修正処置を管71に講ずることができる。尚、本発明のアローブ支持体駆動アセンブリは、真直ぐな管であれ或は曲がった管であれ、アローブ支持体を管内で移動することが可能である。更に、駆動アセンブリ200は、アローブが右巻き或は左巻き配向の螺旋走査路を追従するように管71内でアローブ支持体を移動することができる。

第11図及び第12図を参照すると、本発明によるアローブ支持体駆動アセンブリの第2実施例が参照数字540で総括的に示してある。この駆動アセンブリ540は、該駆動アセンブリ540内に配置され参照数字550で総括的に示してある高トルク歯車アセンブリが駆動アセンブリ200の可逆モータ420、第2の回転子470、第2のライナ481及び第2のスリーブ490の代わりに用いられている点を除き、駆動アセンブリ200に類似している(第5図及び第11図参照)。更に、駆動アセンブリ540は、参照数

字560で総括的に示してある高トルクのアローブ支持体(駆動軸)が駆動アセンブリ200のアローブ支持体210の代わりに用いられている点を除き、駆動アセンブリ200に類似する(第5図及び第11図参照)。高トルクのアローブ支持体560は、少なくとも、高トルクねじ(高トルクねじ)582がアローブ支持体560の長さ方向に沿い一体的に形成されている点でアローブ支持体210と異なる。アローブ支持体560の長さ方向に沿いアローブ支持体560を取り巻いている高トルクねじ582によれば、アローブ支持体560に大きなトルクを伝達するための非螺旋歯車ラックが形成される。高トルクねじ582による歯車ラックの形成で、アローブ支持体560は、螺旋ねじが形成されているアローブ支持体210よりも大きなトルクに耐えることができる。このように、アローブ支持体560がアローブ支持体210よりも大きなトルクに耐えることができるので、アローブ支持体560は、アローブ支持体210を使用する際に可能な速度よりも高速度で駆動アセンブリ540を介して前進させたり或は後退させ

第2ポート620が形成されている。該第1ポート610及び第2ポート620内には、第1の歯車軸630a及び630b並びに第2の歯車軸640a及び640bと摺動接触して、複数の歯車軸用軸受650が配設されており、これ等の軸受650は、第1の歯車軸630a及び630b並びに第2の歯車軸640a及び640bがそれぞれ第1ポート610及び第2ポート620内で回転する際に歯車軸に加わる表面摩擦の大きさを減少する。後述の理由により、やはり第1の歯車軸630a及び630b並びに第2の歯車軸640a及び640bと接触して、第2の封止手段660が設けられており、該第2の封止手段660は第1の封止手段588と協働して、囲い体570内に存在し得る液体が該囲い体570を取り囲む領域内に漏れないように囲い体570を封止する。第2の歯車軸640a及び640bの終端部には一体的に、それぞれ第3の歯車670及び第4の歯車680が取り付けられている。第12図に最も明瞭に示されているように、第3の歯車670及び第4の歯車680は、第3の歯車670が、該第3の歯車670に接続されている可逆モータとすることができる可逆

ることが可能である。

第11図及び第12図に示すように、歯車アセンブリ550は、第1の歯車580及び第2の歯車590を囲うほぼ矩形の歯車アセンブリ囲い体570を備えることができる。該囲い体570は、一体的に取り付けられた頂部板582及び底部板584を有している。頂部板582及び底部板584を貫通し同心的に、アローブ支持体560を運送するための開口586が形成されている。以下に述べる理由から、囲い体570は、第1の封止手段588及び第2の封止手段660(第12図参照)により、囲い体570を取り囲む領域から封止されている。第1の歯車580及び第2の歯車590はそれぞれ、該第1及び第2の歯車580及び590の円周に沿って分布された複数の広い歯面の歯600を備えている。歯600の広い歯面により、アローブ支持体560の長さ方向に沿い各ねじ582に形成されている駆動スロット530は、歯車の歯600により股がれることになる。囲い体570には、第1の歯車軸630a及び630b並びに第2の歯車軸640a及び640bをそれぞれ受け入れるための第1ポート610及び

歯車モータ690により回転された時に、第3の歯車670及び第4の歯車680が噛み合い係合するように選択されている。

高トルク歯車アセンブリ550の動作中、第4の歯車680及び第3の歯車670は、第3の歯車670が歯車モータ690により回転されている時に、第4の歯車680と第3の歯車670との係合に起因し、同じ方向に回転する。従って、歯車モータ690は第3の歯車670及び第4の歯車680の回転方向を決定する。第1の歯車580及び第2の歯車590はそれぞれ、歯車軸640a及び640bにより第4の歯車680及び第3の歯車670に接続されているので、第1の歯車580及び第2の歯車590は、第4の歯車680及び第3の歯車670とそれぞれ同じ方向に回転する。第1の歯車580及び第2の歯車590の歯600は、高トルクのアローブ支持体560の高トルクねじ582と係合する。従って、高トルクアローブ支持体560は、第1の歯車580及び第2の歯車590の回転方向に依存して、駆動歯車540を通し、所望により前進又は後退する。既に述べたように、第1の封止

手段588及び第2の封止手段660は、協働して、囲い体570を取り巻く領域から囲い体570を封止している。開口586を介して囲い体570内に入る液体が、該囲い体570からそれを取り巻く領域に漏洩することはない。囲い体570を取り囲む領域から該囲い体570を封止することは、次の理由から望ましい。即ち、囲い体570から漏れた液体がモータ690と接触した場合には、該モータ690の性能が劣化し得るからである。

高トルクアローブ支持体580の運動を規定する基本運動方程式は、アローブ支持体210の運動を規定する基本運動方程式とは異なる。高トルクアローブ支持体580の場合には、基本運動方程式は次のようになる。

$$L_s' = \frac{N_g \pi D_p}{N_k} \quad (8)$$

$$V_s' = \frac{N_g \pi D_p}{80} \quad (9)$$

変ピッチを有する螺旋走査路に追従するように、蒸気発生器の管内で滑りやクリープを伴うことなくアローブ支持体を移動するためのアローブ支持体駆動アセンブリを提供するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、図示を明瞭にするために一部分を切除して蒸気発生器を一部垂直断面で示す斜視図、第2図は、検査すべき管の下側で蒸気発生器のアレナム室内に配置されて駆動アセンブリを同管の下側に位置決めするために遠隔作業腕に解放可能に接続されたアローブ支持体駆動アセンブリを示す図、第3図は、駆動アセンブリを検査すべき管の下側に支持するために同管の近傍の蒸気発生器管に解放自在に係合可能であるカムロック工具に接続された駆動アセンブリを第4図のⅡ-Ⅱ線に沿って示す断面図、第4図は、第3図のⅡ-Ⅱ線に沿いカムロック工具を駆動アセンブリに接続するベース板の三角形構造形態を示す図、第5図は、駆動アセンブリの部分垂直断面図、第6図は、雄ねじ部を貫通して形成された駆動スロットを有し、

$$V_s' = \sqrt{\left(\frac{N_k \pi D}{80}\right)^2 + \left(\frac{N_g \pi D_p}{80}\right)^2} \quad (10)$$

上式中、

N_g = 第1の歯車580の回転速度(rpm)

D_p = 第1の歯車580のピッチ径

N_k = アローブ支持体駆動アセンブリ540における第1のスリーブ444の回転速度(rpm)

V_s' = 管71の縦軸線に沿う高トルクアローブ支持体580の前進速度(インチ/秒)

V_s' = 検査装置から管71の表面に延びる走査線の入射点の表面速度(インチ/秒)

D = 走査されている表面の直径(インチ)

である。式(9)から理解されるように、高トルクアローブ支持体580の前進又は後退速度は N_g だけの関数である。しかし、式(10)により示されるように走査進みは、 N_g 及び N_k の関数である。

上の説明から明らかなように、本発明は、検査装置に取り付けられ且つアローブ支持体に接続されているアローブが選択的に、或る位置で回転したり、管を通り螺旋走査路に追従したり、或は可

該駆動スロット内に挿入された回転駆動軸を有する第1のスリーブにより包囲される雄ねじ部が設けられたアローブ支持体の斜視図、第7図は、六角形の螺旋ねじ山を有するアローブ支持体の斜視図、第8図は、矩形の螺旋ねじ山を有するアローブ支持体の斜視図、第9図は、雄ねじ部が形成されている第2のスリーブによって取り囲まれる雄ねじ部が形成されているアローブ支持体を縦断面で示す斜視図、第10図は、管内におけるアローブ支持体及びアローブの運動を規定する運動方程式の相互関係をグラフで示す図、第11図は、高トルク歯車アセンブリが配置されている駆動アセンブリの第2実施例を示す部分垂直断面図、第12図は、第11図の線Ⅱ-Ⅱにおける駆動アセンブリの第2実施例の断面図である。

71...管(管状部材)

200...アローブ支持体の駆動装置

210...アローブ支持体(円形部材又は駆動軸)

220...アローブ

224...雄ねじ部

- 400…第1の可逆モータ（第1の回転手段）
 420…第2の可逆モータ（第2の回転手段）
 421…制御手段
 444…第1のスリーブ
 450…回転駆動軸インサート
 490…第2のスリーブ（円形部材の駆動手段）
 500…雄ねじ部
 530…駆動スロット
 540…アローブ支持体の駆動装置
 550…歯車アセンブリ（駆動手段）
 560…アローブ支持体
 562…高トルクねじ（雄ねじ部）
 690…可逆歯車モータ（駆動手段の回転手段）

出願人 ウエスチングハウス・エレク
 トリック・コーポレーション

代理人 曾 我 道 昭

FIG. 1

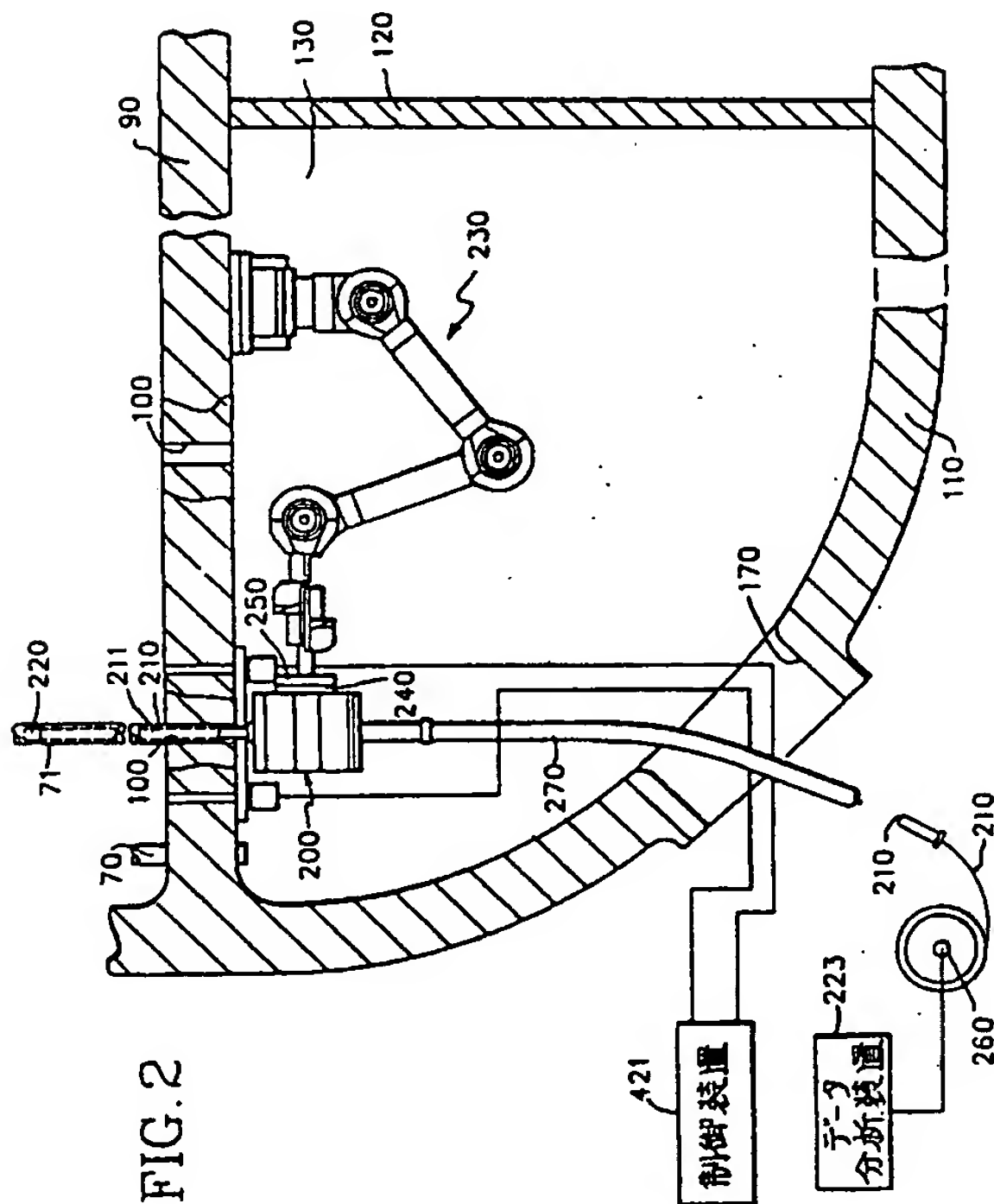
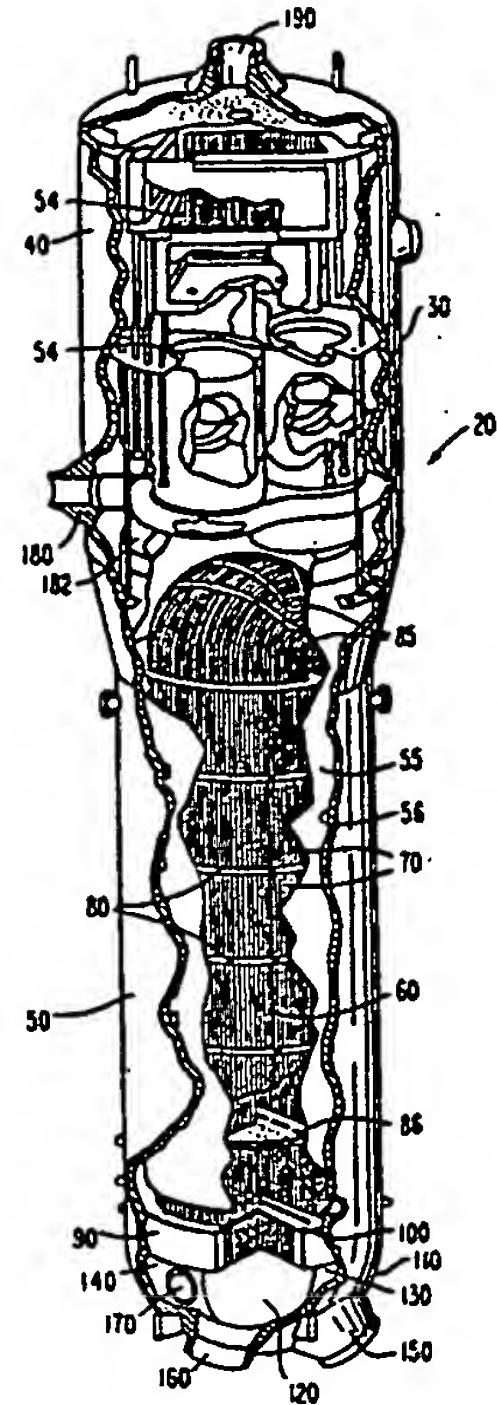


FIG. 2

FIG. 4

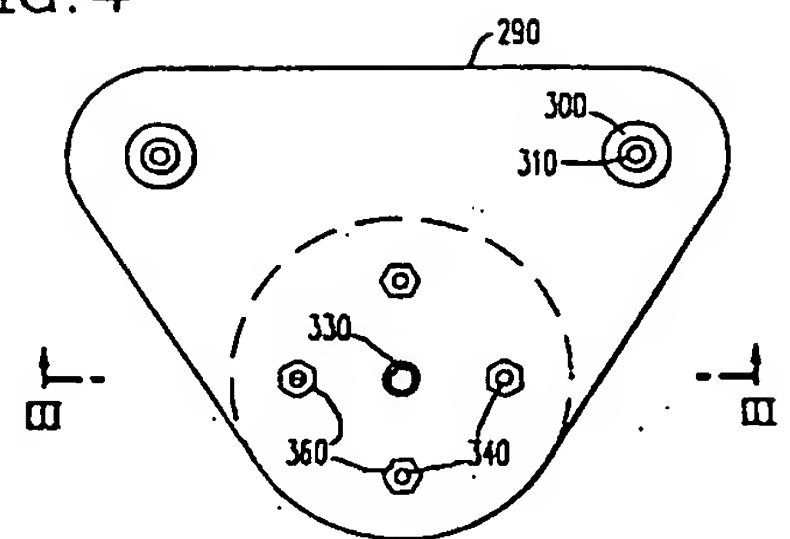
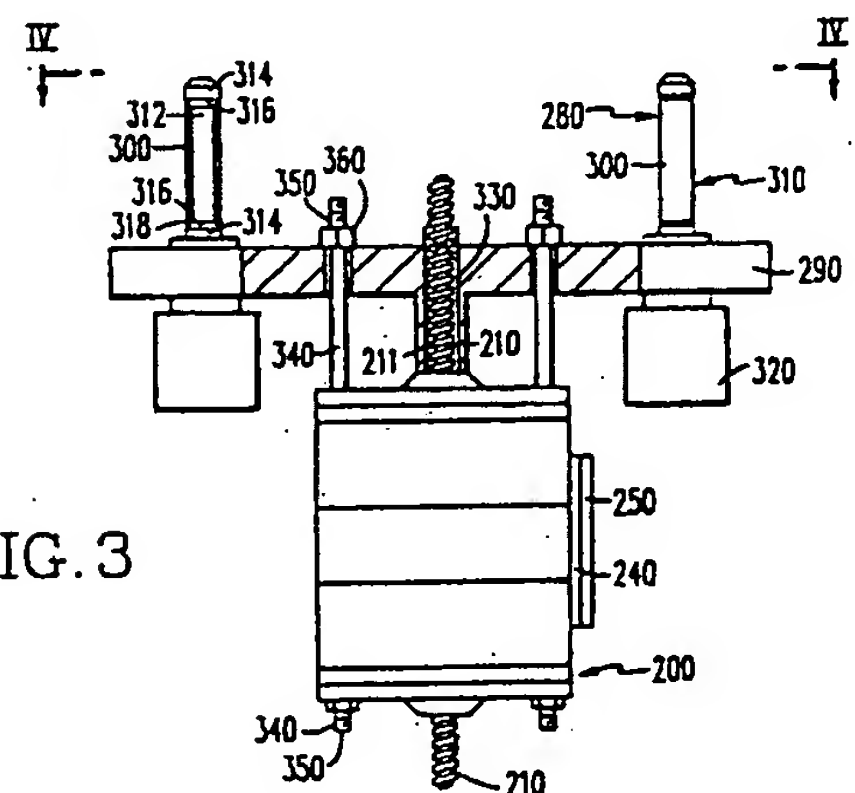


FIG. 3



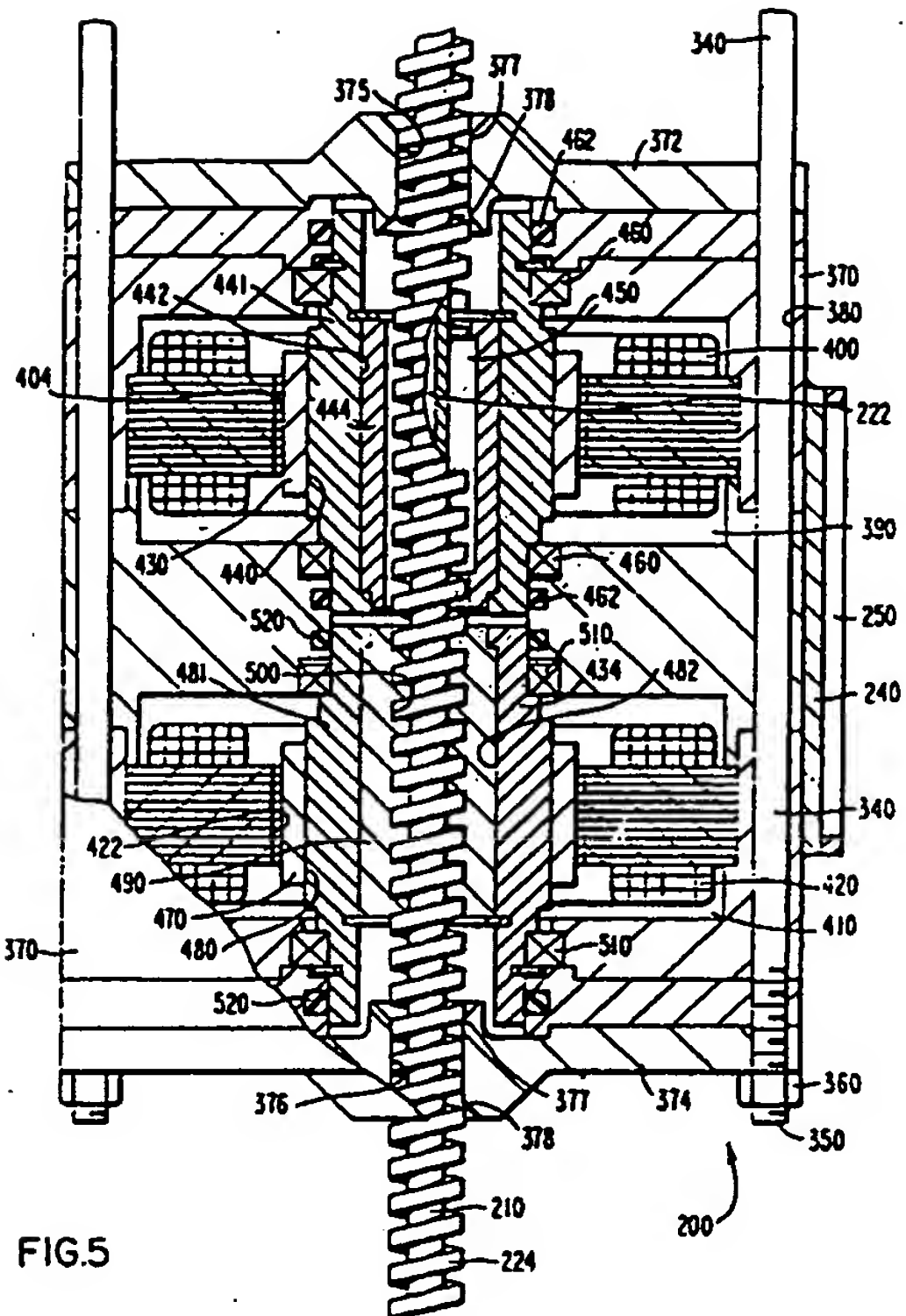


FIG. 5

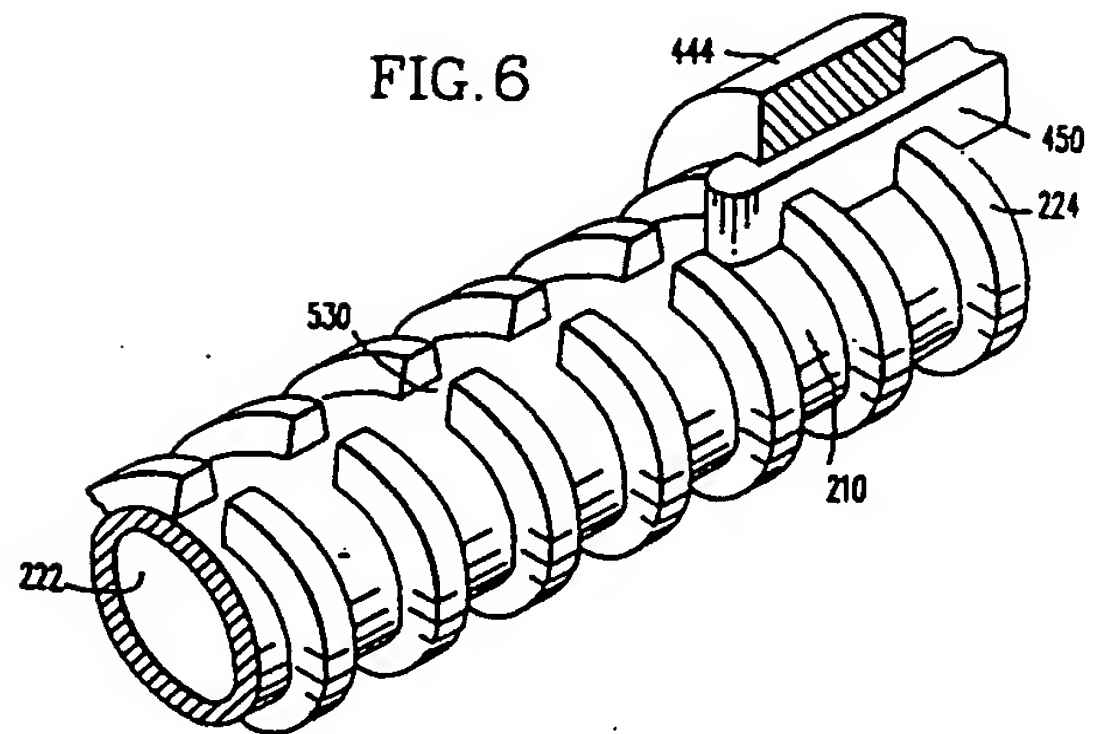


FIG. 6

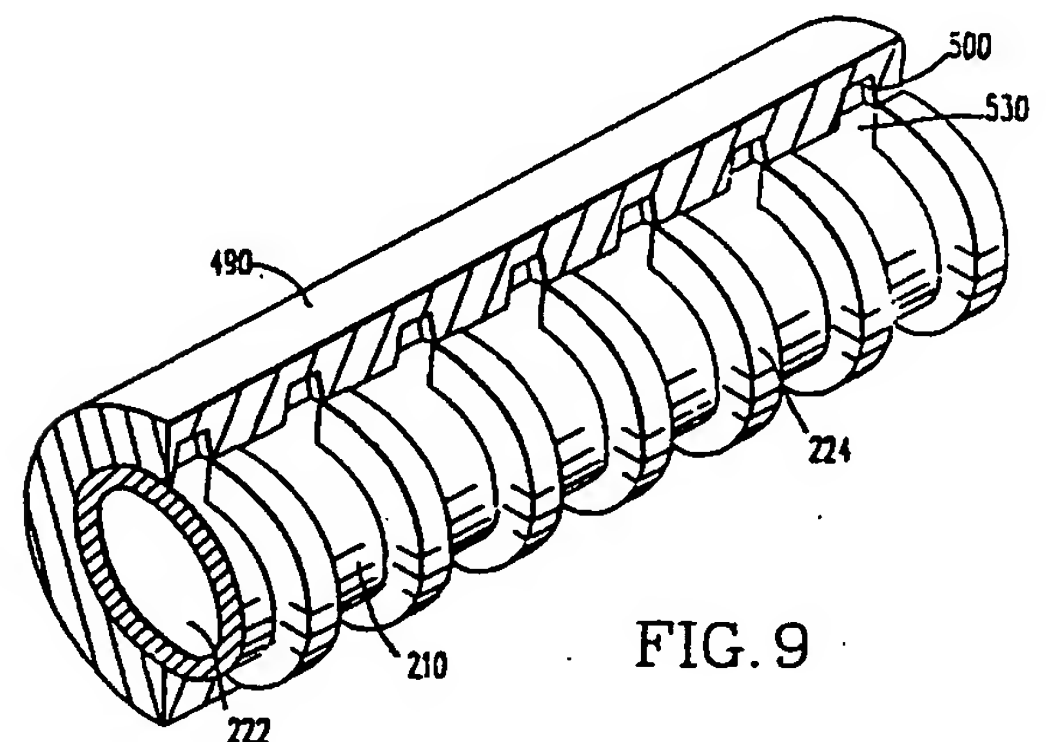


FIG. 9

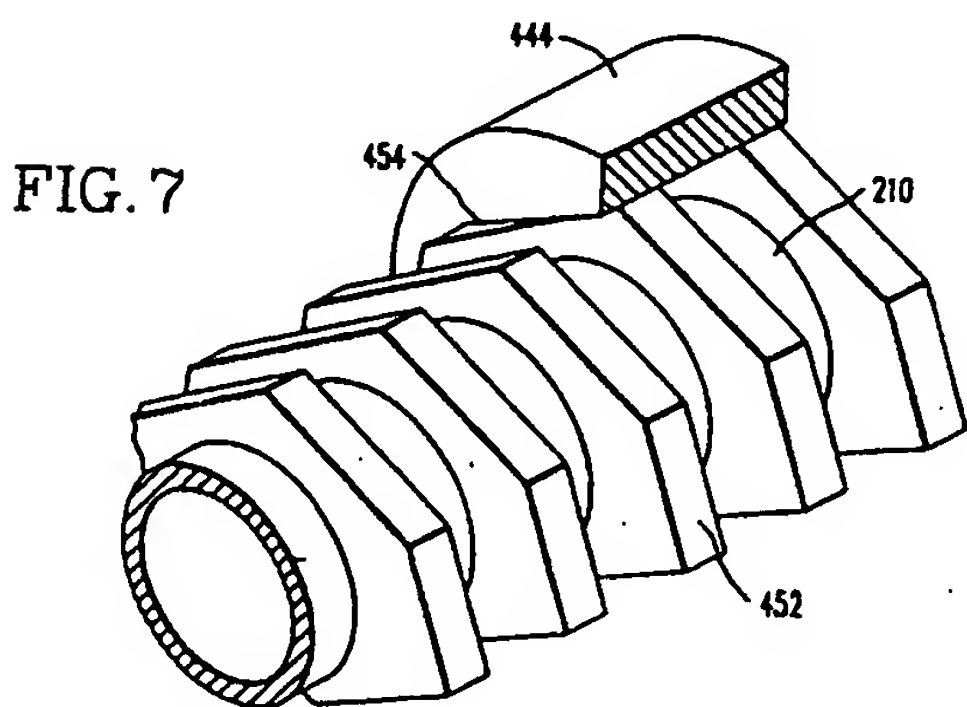


FIG. 7

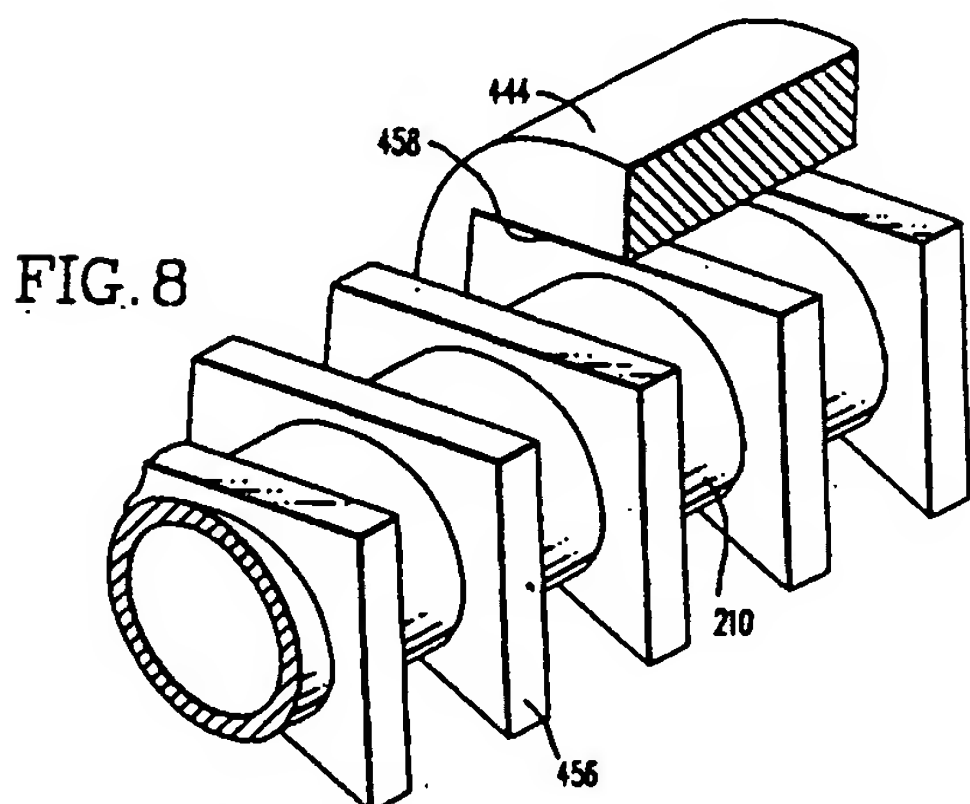


FIG. 8

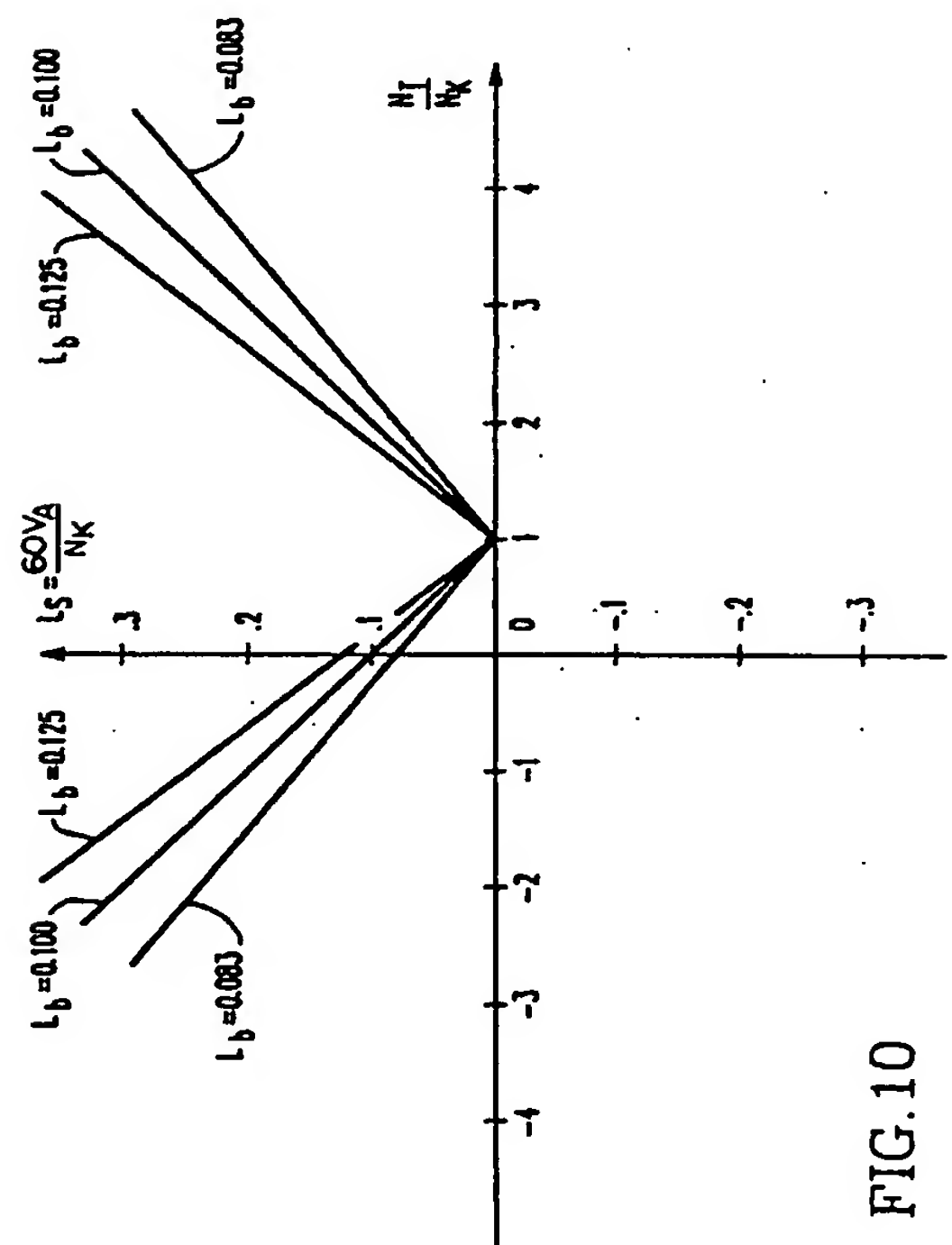


FIG. 10

FIG. 11

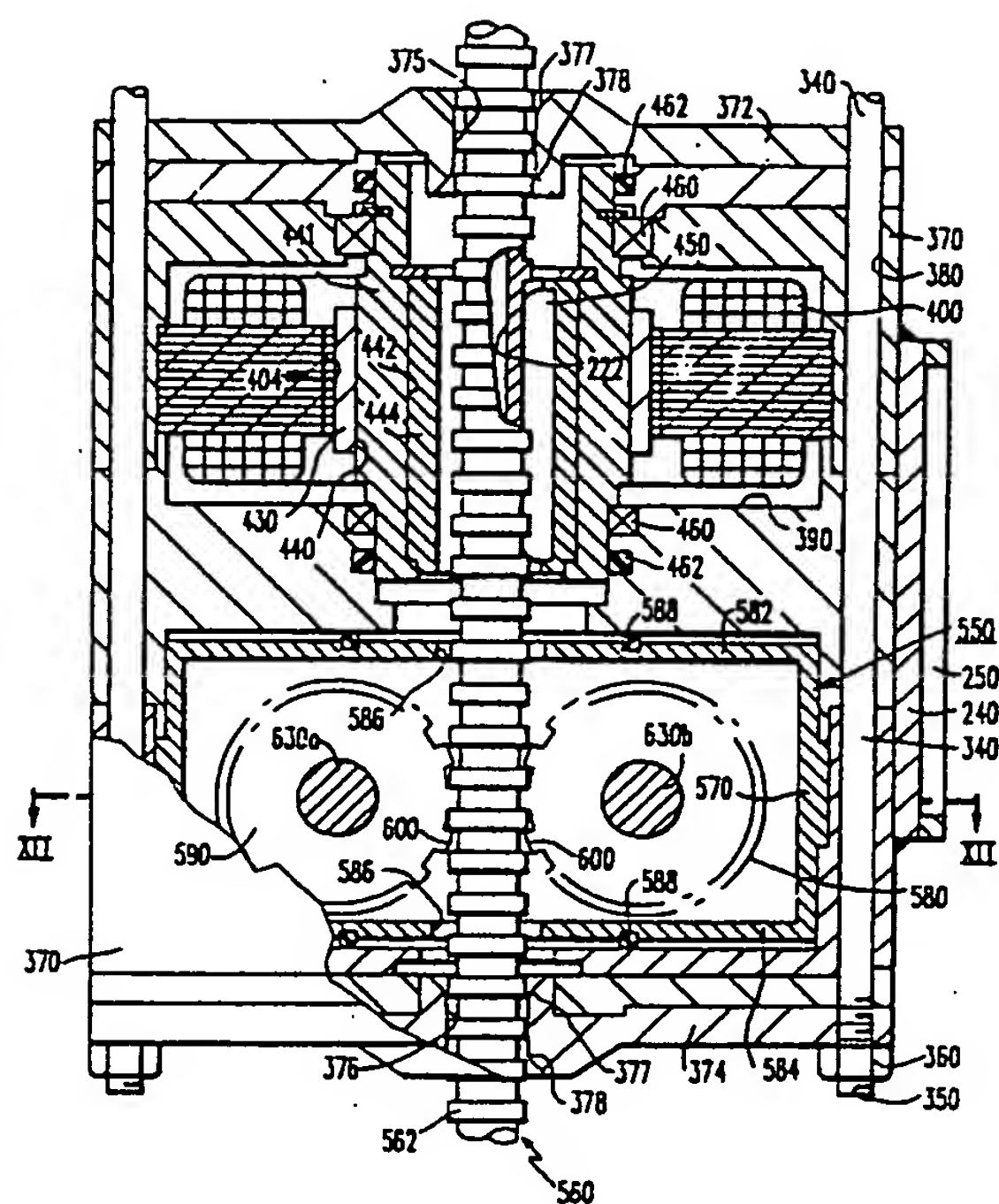
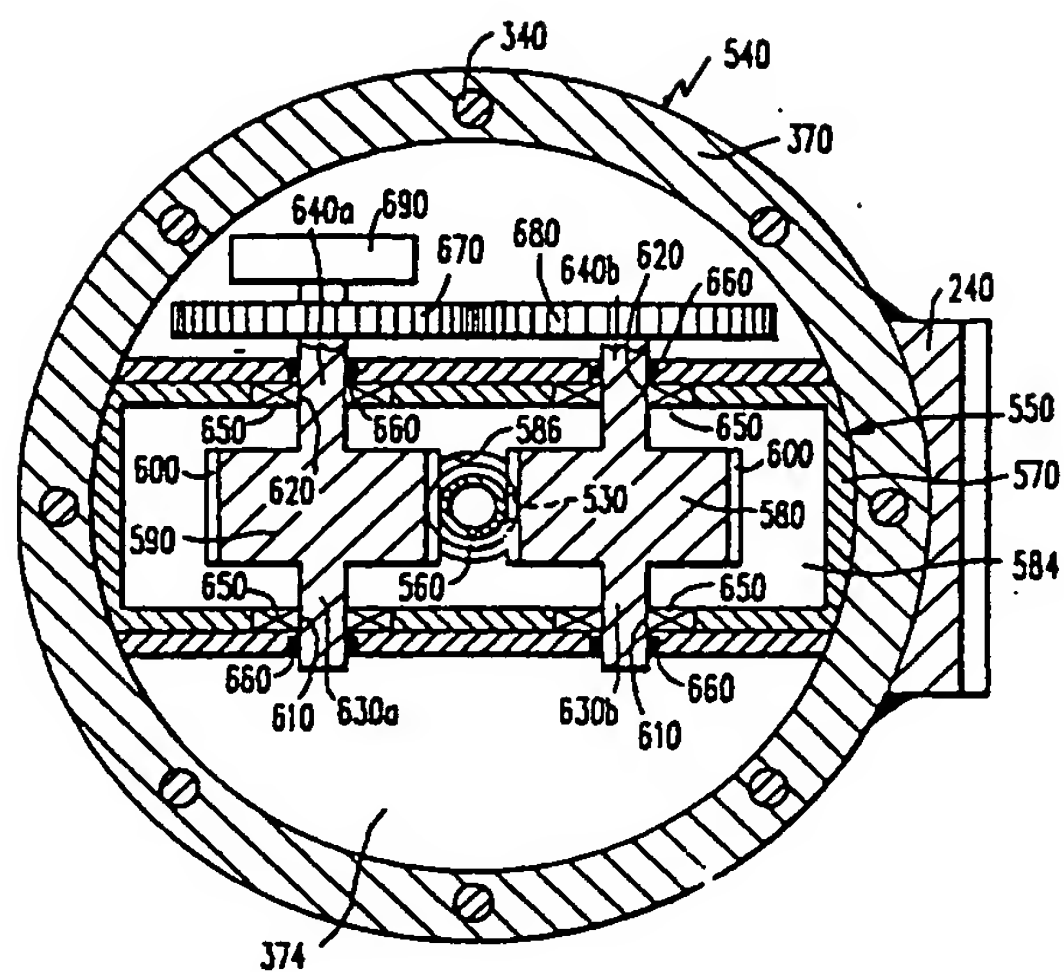


FIG. 12



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.